Eletrostática

Limeira – SP

2026

Introdução

Princípios da Eletrostática

Eletrostática: Estudo das cargas elétricas estáticas, ou em repouso.

1. Corpos Eletrizados

Os elétrons que se encontram em órbitas próximas do núcleo, devido à grande força de atração entre eles e os prótons, estão fortemente ligados ao átomo, enquanto que os elétrons que se encontram em órbitas mais distantes estão fracamente ligados ao átomo.

Isto quer dizer que um átomo pode ter a constituição de suas últimas órbitas facilmente alterada com a retirada ou colocação de elétrons ficando, assim, eletrizado positiva ou negativamente.

2. Ionização

Ionizar um átomo é alterar o número de elétrons de suas últimas órbitas. Quando um elétron é retirado de um átomo, este passa a ser um íon positivo ou cátion, pois o número de prótons fica maior que o de elétrons. Quando um elétron é colocado em um átomo, este passa a ser um íon negativo ou ânion, pois o número de elétrons fica maios que o de prótons.

3. Carga Elétrica Fundamental

Carga elétrica fundamental que equivale à carga de próton (positiva) e à do elétron (negativa) cuja unidade, no Sistema Internacional, é o Coulumb (C), em homenagem ao cientista Robert Milikan.

Carga elétrica de próton $\rightarrow q_{\varrho} = 1{,}6x10^{-19}C$

Carga elétrica de elétron $\rightarrow q_e = 1{,}6x10^{-19}C$

Portanto, a carga elétrica total Q de um corpo eletrizado pode ser calculada por:

$$Q = \pm n.q$$

Onde: Q = Carga elétrica total do corpo eletrizado

n = Número de prótons ou elétrons em excesso num corpo

q = Carga elétrica fundamental (próton ou elétron)

4. Condutores

No caso dos metais, seus átomos, além de possuírem poucos elétrons na última camada, estes encontram-se fracamente ligados ao núcleo. Assim, ao receberem qualquer quantidade de energia, mesmo muito pequena como o calor à temperatura ambiente, eles se libertam dos átomos tornando-se elétrons livres, podendo movimentar-se facilmente conduzindo eletricidade.

Uma importante propriedade do condutor é que, quando eletrizado, os elétrons livres distribuem-se na superfície externa pois, devido à repulsão mútua entres eles e por poderem se movimentar facilmente, eles buscam o maior afastamento relativo possível entre si.

No isolante, ocorre o inverso. Quando ele está eletrizado, devido à dificuldade das cargas elétricas se locomoverem em seu interior, estas permanecem no local, pois a força de repulsão não é o suficiente para causar o afastamento entre elas.

5. Eletrização por Contato

Através do contato físico, se um corpo está eletrizado positivamente (com falta de elétrons), ele recebe elétrons do corpo neutro, eletrizando-o positivamente.

Porém, se um corpo está eletrizado negativamente (com excesso de elétrons), através do contato físico, ele doa elétrons para o corpo neutro, eletrizando-o negativamente.

A transferência de cargas elétricas entre dois condutores em contato físico só existe enquanto houver diferença de potencial elétrico, sendo que, ao atingirem o mesmo potencial, o sistema entra em equilíbrio eletrostático, mesmo que suas cargas finais sejam diferentes entre si.

Na eletrização por contato, apesar de as cargas iniciais e finais de cada corpo serem diferentes entre si, a carga total do sistema permanece a mesma em qualquer momento do processo de eletrização, conforme o princípio da conservação de cargas elétricas, ou seja, $Q_a + Q_b = Q_a' + Q_b'$.

6. Eletrização por Indução

Processo de eletrização por indução, o corpo inicialmente neutro, denominado induzido, eletriza-se com carga de sinal contrário em relação ao corpo que provocou o fenômeno, denominado indutor.

7. Campo Elétrico
    - Todo corpo cria ao seu redor um campo gravitacional diretamente proporcional à sua massa e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre ele e o ponto.

- A interação dos campos gravitacionais de dois corpos faz surgir entre eles uma força gravitacional de atração.
- O campo elétrico $\bar{E}$ gerado por uma carga puntiforme é uma grandeza vetorial e tem direção radial, podendo ser representado graficamente através de linhas imaginárias denominadas linhas de campo ou linhas de força.
- Se a carga elétrica é positiva, o sentido do campo elétrico é divergente e se a carga elétrica é negativa, o sentido do campo elétrico é convergente.

A intensidade do campo elétrico E num ponto é diretamente proporcional ao módulo da carga elétrica Q, inversamente proporcional ao quadrado da distância d entre ela e o ponto considerado e dependente das características do meio denominado constante eletrostática K, ou seja:

$$E = K.Q/d^2 \qquad \text{onde: } K = 9x10^9 \ (N.m^2/C^2, \text{ no vácuo})$$

A análise das linhas de campo é uma das formas de se compreender por que cargas de sinais contrários se atraem (linhas de campo se unem) e de mesmos sinais se repelem (linhas de campo se afastam mutuamente).

8. Campo Elétrico num Condutor Esférico Carregado Eletricamente

Como já visto anteriormente, no interior de um condutor carregado eletricamente, as cargas elétricas em excesso se repelem mutuamente, ficando na sua superfície.

Devido a repulsão mútua, o campo elétrico em qualquer ponto no interior de um condutor esférico em equilíbrio eletrostático é nulo.

9. Campo Elétrico Uniforme

Um campo elétrico uniforme quando em todos os seus pontos o vetor $\bar{E}$ é constante, ou seja, tem a mesma intensidade, a mesma direção e o mesmo sentido. É o que ocorre entre placas planas paralelas eletrizadas com cargas de sinais contrários.

10. Lei de Coulomb – Força Elétrica (unidade de medida – Newton)
    - Intensidade – diretamente proporciona à carga elétrica Q e ao campo elétrico E, isto é: F = Q.E
    - Direção – igual à direção do campo elétrico.
    - Sentido – se a carga elétrica é positiva, ela fica submetida a uma força no mesmo sentido do campo elétrico e, se a carga elétrica e negativa, fica submetida a uma força no sentido contrário ao do campo elétrico.

11. Trabalho Realizado por uma Força Elétrica

Pela lei de Coulomb, uma carga de prova Q é colocada em uma região do espaço onde existe um campo elétrico (gerado por uma carga q), surge nesta carga uma força capaz de movimentá-la. Ora, tem-se assim, a força elétrica gerando trabalho $\tau = F.d.$

O trabalho realizado por uma força atuando numa carga elétrica Q imersa num campo elétrico, criado por outra carga elétrica q, pode ser expresso matematicamente como:

$$\tau_{ab} = K.Q.q.\ (1/d_a - 1/d_b)$$

12. Energia Potencial Elétrica

Energia é a capacidade de realizar trabalho, pode-se afirmar que a energia potencial elétrica Ep, armazenada pela carga Q no ponto A, é igual ao trabalho necessário para deslocá-la do ponto A ao infinito, ou seja, $Ep_a = t_{a\infty}$ ou, então:

$$Ep_a = K.Q.q/\ d_a$$

13. Potencial Elétrico

Potencial elétrico é um dos principais conceitos no estudo da eletricidade. Representado pela letra V, e é uma característica do ponto considerado, e não da carga de prova localizada neste ponto, além de ser uma grandeza escalar.

Portanto, num campo elétrico, cada ponto possui um potencial elétrico V que é diretamente proporcional ao produto entre a característica do meio K e a intensidade da carga elétrica q, geradora deste campo elétrico, e inversamente proporcional à distância d entre a carga geradora do campo elétrico e o ponto considerado, ou seja:

$$V = K.q/d \qquad \text{ou, ainda:} \qquad V = Ep/Q$$

Portanto, um Volt corresponde ao potencial elétrico de um produto que fornece uma energia potencial elétrica de um joule a uma carga de um Coulomb.

14. Bibliografia

- LOURENÇO, Antonio Carlos de; CRUZ, Eduardo Cesar Alves; CHOUERI, Salomão Jr., Circuitos em Corrente Contínua. 5.ed. São Paulo: Érica, 2002. 309p.